

(22)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 4 月 22 日 (22.04.2004)

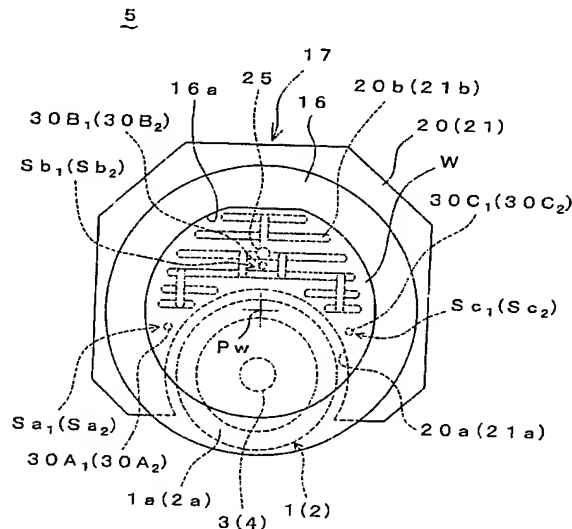
PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/033148 A1

- (51) 国際特許分類: B24B 7/17, 49/02, 49/03, 49/04
植松町二丁目 3 4 番 光洋機械工業株式会社内 Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2002/010493
- (22) 国際出願日: 2002 年 10 月 9 日 (09.10.2002)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 光洋機械工業株式会社 (KOYO MACHINE INDUSTRIES CO., LTD.) [JP/JP]; 〒581-0091 大阪府 八尾市 南植松町二丁目 3 4 番 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大倉 健司 (OKURA, Kenji) [JP/JP]; 〒581-0091 大阪府 八尾市 南
- (74) 代理人: 佐野 章吾, 外 (SANO, Shogo et al.); 〒540-0008 大阪府 大阪市 中央区 大手前一丁目 6 番 4 号 光養天満橋ビル 8 0 1 号 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (国内): JP, KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: BOTH SIDE GRINDING METHOD AND BOTH SIDE GRINDER OF THIN DISC-LIKE WORK

(54) 発明の名称: 薄肉円板状工作物の両面研削方法および両面研削装置



(57) Abstract: A both side grinding technology for obtaining a work exhibiting excellent parallelism and flatness by detecting disorder in the attitude of a grinding wheel from the amount of deformation of a ground work. When cutting of grinding wheels (1, 2) has completed, distance between static pressure pads (20, 21) and the opposite sides of a work (W) is measured at three points using air gauge sensors (Sa, Sb, Sc) and the amount of deformation of the work (W) is detected from the measurements. If the amount of deformation thus calculated exceeds a specified value, movement of the grinding wheels (1, 2) is adjusted based on the amount of deformation such that the work (W) is not deformed but is flat when cutting of the grinding wheels (1, 2) has completed.

(57) 要約: 研削加工後のワーク変形量から、砥石車の姿勢の狂いを検出して、砥石車を正しい姿勢に調整することで、平行度および平坦度に優れるワークを得られる両面研削技術を提供する。砥石車(1、2)の切込み完了時に、エアゲージセンサ(Sa、Sb、Sc)を用いて、静圧パッド(20、21)とワーク(W)の表裏両面との距離を3箇所測定し、これら3箇所の測定結果から、ワーク(W)の変形量を検出するとともに、この算

/続葉有/



出した変形量が所定値を超えた場合に、その変形量に基づいて、砥石車(1、2)の切込み完了時のワーク(W)が変形を生じず平坦となるように、砥石車(1、2)を移動調整する。

明 細 書

薄肉円板状工作物の両面研削方法および両面研削装置

技術分野

この発明は、薄肉円板状工作物の両面研削方法および両面研削装置に関し、さらに詳細には、例えば半導体ウェハ等のような薄肉円板状工作物の表裏両面を一对の砥石車により同時に研削する研削技術に関する。

背景技術

従来、この種の薄肉円板状工作物（以下、ワークと称する）の表裏両面を研削する両面研削方法としては、日本特開平 1 1 - 1 9 8 0 0 9 号に記載されるものがある。

この研削方法においては、高速回転する一对のカップ型砥石車間において、ワークを、ワーク外周と上記砥石車の研削面外周とが交差しかつワークの中心が上記砥石車の環状研削面内に位置するように配置して、このワークの上記研削面外周から径方向外部へ突出している部分を回転支持するとともに、高速回転する上記一对の砥石車をその砥石軸方向へ切り込んで、これら両砥石車の環状研削面により上記ワークの表裏両面を挟んだ状態で同時に研削加工するようにしている。

そして、研削加工後のワークの直径方向に距離センサを移動させて、このワークの厚みを測定し、この測定結果に基づいて砥石車の傾きを調整することで、ワークの平行度が高まるようにしている。

このような方法は、厚みの一定なワークを得ることにより加工面の平行度が高いワークを得ようとするものである。

ところで、上記一対の砥石車が研削加工を繰り返すうちに、各砥石車の研削面は経時的に摩耗するところ、両砥石車の研削面の摩耗量は研削条件の微小な差異等から相対的に差を生じ、この結果、これら研削面の位置が徐々に予め設定された所期の状態からずれてしまうことになる。

そして、上述した従来の研削方法のように、一対の砥石車の間から径方向外部へ突出しているワークの部分を回転支持して、支持されていないワークの部分を上記両砥石車により挟んで研削する場合には、研削面の位置が所望の位置からずれた状態で研削を行うと、いずれか一方の砥石車が先にワークに当たってしまい、ワークは曲がった状態で研削を施されることになる。この結果、研削加工後のワークに曲がりを生じて、その平坦度の低下等を招くおそれがあった。

また、装置の機械各部の経年変化や、熱変位などの外的要因によって、砥石車の砥石軸の傾きに狂いが生じた場合にも、研削加工中にワークが曲がってしまい、上記と同様な問題が生じる。

しかしながら、上述の研削方法では、砥石軸の傾きに狂いが生じたか否かは検知することができず、これがため、この原因に起因するワークの曲がりの問題についても対応し解決することができなかった。

本発明は、かかる従来の問題点に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、研削加工後のワークの変形量から、砥石車の研削面の摩耗や砥石軸の傾きの狂い等による砥石車の姿勢の狂いを検出して、砥石車を正しい姿勢（正しい軸方向位置および傾き）に調整することにより、曲がりがなく平行度および平坦度に優れるワークを得ることのできる両面研削方法を提供することにある。

また、本発明の他の目的は、上記両面研削方法を実施することができる構成を備えた両面研削装置を提供することにある。

発明の開示

上記目的を達成するため、本発明の研削方法は、薄肉円板状ワークを回転支持するとともに、高速回転する一対の砥石車をその砥石軸方向へ切り込んで、これら両砥石車端面の研削面により上記ワークの表裏両面を同時に研削加工する方法であって、上記砥石車の切込み完了時に、非接触型の距離センサを用いて、所定の基準位置と上記ワークの表裏両面との距離を少なくとも3箇所それぞれ測定するステップと、これら少なくとも3箇所の測定結果から、上記ワークの変形量を検出するステップと、この算出した変形量が所定値を超えた場合に、その変形量に基づいて、上記砥石車の切込み完了時のワークが変形を生じず平坦となるように、上記砥石車を移動調整するステップとを備えてなることを特徴とする。

好適な実施態様として、上記ワークの回転支持は、上記ワークの表裏面に対向して見て、ワークが、ワーク外周と上記砥石車の研削面外周とが交差して位置するように配置された状態において、ワーク回転支持手段により、このワークの上記研削面外周から径方向外部へ突出している表裏両面の部分を回転支持する。

また、本発明の研削装置は、上記研削方法を実施するもので、薄肉円板状ワークを回転支持するとともに、高速回転する一対の砥石車をその砥石軸方向へ切り込んで、これら両砥石車端面の研削面により上記ワークの表裏両面を同時に研削加工する装置であって、端面の研削面同士が対向するように配された一対の砥石車と、上記ワークを、上記一対の砥石車の研削面間においてワークの表裏両面がこれら両研削面に対向する状態で、回転支持するワーク回転支持手段と、上記砥石車の姿勢を調整する砥石姿勢調整手段と、上記砥石車の切込み完了時において、所定

の基準位置と上記ワーク回転支持手段に回転支持されたワークの表裏両面との距離を少なくとも3箇所で測定して、これら3箇所の測定結果から、上記ワークの回転支持状態における変形量を算出するワーク測定手段と、このワーク測定手段の測定結果にしたがって上記砥石姿勢調整手段を制御する砥石姿勢制御手段とを備えてなることを特徴とする。

好適な実施態様として、上記ワーク回転支持手段は、上記ワークの表裏面に対向して見て、ワークが、ワーク外周と上記砥石車の研削面外周とが交差して位置するように配置された状態において、このワークの上記研削面外周から径方向外部へ突出している表裏両面の部分を回転支持する構成とされており、好ましくは、上記ワーク回転支持手段は、上記ワークの表裏両面を静圧流体により非接触支持する静圧支持手段を備えている。

また、上記ワーク測定手段は、所定の基準位置と上記ワークの表裏両面との距離を測定する少なくとも3対の非接触型の距離センサと、これら3対の距離センサの検出結果から、上記ワークの変形量を算出するワーク変形量算出手段とを備えてなる。

さらに、上記砥石姿勢調整手段は、上記砥石車の軸方向位置を移動調整する軸方向調整手段と、上記砥石車を水平軸線を中心として上下方向に傾動調整する上下方向調整手段と、上記砥石車を鉛直軸線を中心として水平方向に傾動調整する水平方向調整手段とを備えてなり、上記砥石姿勢制御手段は、上記ワーク測定手段により測定された上記ワークの変形量が所定値を超えた場合に、その変形量に基づいて、上記砥石車の切込み完了時のワークが変形を生じず平坦となるように、上記砥石姿勢調整手段の軸方向調整手段、上下方向調整手段および水平方向調整手段を駆動制御するように構成されている。

本発明においては、ワークを回転支持するとともに、高速回転する一対の砥石車をその砥石軸方向へ切り込んで、これら両砥石車端面の研削面により上記ワークの表裏両面を同時に研削加工する。

この場合、上記砥石車の切込み完了時に、非接触型の距離センサを用いて、所定の基準位置と上記ワークの表裏両面との距離を少なくとも3箇所それぞれ測定し、これら少なくとも3箇所の測定結果から、上記ワークの変形量を検出するとともに、この算出した変形量が所定値を超えた場合に、その変形量に基づいて、上記砥石車の切込み完了時のワークが変形を生じず平坦となるように、上記砥石車を移動調整することにより、砥石車を正しい姿勢（正しい軸方向位置および傾き）を保つことができ、曲がりがなく平行度および平坦度に優れるワークを得る。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明の一実施例である対向二軸平面研削盤を示す正面図である。

第2図は、同平面研削盤の砥石車とワーク回転支持装置を示す正面図である。

第3図は、同じく同砥石車とワーク回転支持装置を示す側面図である。

第4図は、エアゲージセンサのエアノズルの配置構成をワークの表裏面に対向して見た概略図である。

第5図は、第1図における右側の砥石ティルト装置を示す斜視図である。

第6図は、同じく同砥石ティルト装置を示す右側面図である。

第7図は、同平面研削盤におけるワーク測定装置と砥石姿勢制御装置の制御構成を示すブロック図である。

第 8 図は、同平面研削盤における静圧パッドに支持されたワークと砥石車との位置関係を示す模式図で、初期状態を示している。

第 9 図は、同じく同平面研削盤における静圧パッドに支持されたワークと砥石車との位置関係を示す模式図で、砥石車が摩耗している状態を示している。

第 10 図は、同じく同平面研削盤における静圧パッドに支持されたワークと砥石車との位置関係を示す模式図で、砥石車が上下方向に傾いている状態を示している。

第 11 図は、同じく同平面研削盤における静圧パッドに支持されたワークと砥石車との位置関係を示す模式図で、砥石車が水平方向に傾いている状態を示しており、第 11 図(a)は正面図、第 11 図(b)は一部断面平面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明に係る実施例を図面に基づいて説明する。

本発明に係る研削装置が第 1 図～第 11 図に示されており、この研削装置は具体的には、ワーク W である半導体ウェハの表裏両面を同時研削するもので、一对の砥石車 1、2 の砥石軸 3、4 が水平に対向して回転支持される横型の対向二軸平面研削盤である。

この研削盤は、第 1 図に示すように、研削加工部の主要構成部である左右一对の砥石車 1、2 およびワーク回転支持装置 5 などの基本構成を備えるとともに、砥石車 1、2 を正しい姿勢に調整保持するための砥石ティルト装置 6、ワーク測定装置（ワーク測定手段）7 および砥石姿勢制御装置（砥石姿勢制御手段）8 を備えてなり、これらは固定部分を構成する水平なベッド 9 上に装置されている。

砥石車 1、2 は具体的にはカップ型砥石車であって、その周縁部先端面 1 a、2 a が円環状の研削面とされている。これら砥石車 1、2 は、その研削面 1 a、2 a 同士がほぼ平行な状態で対向するように配されて、これら両研削面 1 a、2 a 間の研削位置において、後述するように、ワーク W がワーク回転支持装置 5 により回転支持される構成とされている。

具体的には、砥石車 1、2 は、砥石台 1 0、1 1 に回転可能に軸支された砥石軸 3、4 の先端部に、取外し可能に取付け固定されている。これら砥石軸 3、4 は、砥石台 1 0、1 1 の内部に装置された駆動モータ等の回転駆動源 1 2 に駆動連結されるとともに、同じく砥石台 1 0、1 1 の内部に装置された砥石切込み装置 1 3 により、その軸線方向つまり切込み方向 X、Y へそれぞれ切込み動作される構造とされている。

砥石切込み装置 1 3 は、砥石車 1、2 を切込み動作させる本来的功能のほか、後述するように、砥石ティルト装置 6 と共に砥石車 1、2 の姿勢を調整する砥石姿勢調整手段を構成し、具体的には、砥石車 1、2 の軸方向位置を移動調整する軸方向調整手段として機能する。

砥石切込み装置 1 3 の具体的な構造は図示しないが、例えばボールねじ機構とこれを回転駆動するステッピングモータ 1 3 a とを主要部として備え、このステッピングモータ 1 3 a の出力軸には、後述する砥石ティルト装置 6 のステッピングモータ 6 7、7 7 と同様、絶対値型エンコーダ 1 3 b が連結されている。

上記左右の砥石台 1 0、1 1 は、ベッド 9 の上面に傾動自在に設けられている。

すなわち、詳細な図示は省略したが、砥石台 1 0、1 1 は、その前側部位 1 5 が図示しない鉛直支持軸および水平支持軸を介してそれぞれ

ベッド 9 に枢支されおり、これにより、砥石台 10、11 は、上記鉛直支持軸（鉛直軸）を中心として水平方向（第 1 図の紙面に対して垂直な方向）および上記水平支持軸（水平軸）を中心として上下方向（第 1 図の紙面に平行な方向）へそれぞれ傾動可能とされている。また、砥石台 10、11 の後側部位は、上記砥石ティルト装置 6、6 を介してそれぞれベッド 9 に連結支持されている。この砥石ティルト装置 6 は、上記砥石切込み装置 13 と共に砥石車 1、2 の姿勢を調整する砥石姿勢調整手段を構成するもので、その具体的構造については後述する。

ワーク回転支持装置 5 は、ワーク W を回転支持するワーク回転支持手段として機能するもので、一对の砥石車 1、2 の研削面 1a、2a 間において、ワーク W を、その表裏両面 Wa、Wb が上記両研削面 1a、2a に対向する鉛直状態で回転支持する構成とされている。

具体的には、ワーク回転支持装置 5 は、第 2 図および第 3 図に示すように、ワーク W の外周と砥石車 1、2 の研削面 1a、2a の外周とが交差しかつワーク W の中心 Pw が上記研削面 1a、2a 内に位置するように配置された状態において、上記研削面 1a、2a の外周から径方向外部へ突出しているワーク W の表裏両面 Wa、Wb の部分を回転支持する構造とされている。

このワーク回転支持装置 5 は、ワーク W を軸方向に位置決め支持する軸方向支持手段と、ワーク W を径方向に位置決めするとともに回転支持する径方向支持手段とを備えてなり、ワーク W は、その外周縁が支持キャリア 16 の支持孔 16a に嵌合支持された状態で、ワーク回転支持装置 5 に回転支持される。

上記軸方向支持手段は、ワーク W の表裏両面 Wa、Wb を静圧流体により非接触状態で支持する静圧支持装置（静圧支持手段）17 からな

り、その主要部として、対向状に設けられた左右一对の静圧パッド 20、21 を備えている。

これら静圧パッド 20、21 は、具体的には、砥石車 1、2 との干渉をさけるための切欠 20a、21a を備える鉛直厚板状のもので、切欠 20a、21a は、第 3 図に示すように、砥石車 1、2 の外径よりも若干大きな径寸法を有する円弧状の内径輪郭を有するとともに、その対向支持面に静圧溝 20b、21b がそれぞれ形成されている。

この静圧溝 20b、21b は、流体供給孔 25 を介して図示しない流体供給源に接続されており、この流体供給源から供給される水などの圧力流体が上記静圧溝 20b、21b から噴き出されて、砥石車 1、2 の研削面 1a、2a 間から外部に出ているワーク W の表裏両面 Wa、Wb を、両砥石車 1、2 の研削面 1a、2a 間のほぼ軸方向中心位置に非接触状態で静圧保持する構成とされている。

また、静圧パッド 20、21 の上記対向支持面において、砥石車 1、2 の近傍位置には、前記ワーク測定装置 7 の 3 つのエアノズル 30A、30B、30C がそれぞれ形成されて、後述する距離センサ部を構成している。

上記ワーク回転支持装置 5 の径方向支持手段は、具体的には図示しないが、公知の回転駆動装置が採用されている。この回転駆動装置は、例えば、ワーク W を支持する上記支持キャリア 16 の外周縁を当接支持する複数の支持ローラと、これら支持ローラの一部または全部を回転駆動する駆動モータ等の回転駆動源とからなり、ワーク W を径方向に位置決め支持した状態で回転させる。図示例においては、第 3 図に示すように、ワーク W の中心と両砥石車 1、2 の研削面 1a、2a の中心が同一鉛直線上に位置するように、ワーク W が位置決めして回転支持される。

砥石ティルト装置 6 は、上述したように、軸方向調整手段としての砥石切込み装置 13 と共に、砥石車 1、2 の姿勢を調整する砥石姿勢調整手段を構成するものである。砥石ティルト装置 6 は具体的には、砥石車 1、2 を水平軸線を中心として上下方向に傾動調整する上下方向調整部（上下方向調整手段）40 と、砥石車 1、2 を、鉛直軸線を中心として水平方向に傾動調整する水平方向調整部（水平方向調整手段）41 とを備えてなる。以下、右側の砥石台 11 用の砥石ティルト装置 6 を例にとって説明する。

図示の砥石ティルト装置 6 は、具体的には第 5 図および第 6 図に示すように、固定側であるベッド 9 に固設された駆動側本体 45 に、上記上下方向調整部 40 および水平方向調整部 41 が設けられるとともに、傾動側である砥石台 10、11 に、これら両調整部 40、41 により調整動作される従動体 46 が固設されている。

駆動側本体 45 は、ベッド 9 の側部端面に取付け固定されるとともに、そのベッド 9 より上方へ突出し上部に、断面矩形状の収容空間 50 が左右水平方向に貫通して設けられている。この収容空間 50 内には、上記上下方向調整部 40 の調整ねじ部材 60 および水平方向調整部 41 の調整ねじ部材 61 がそれぞれ突入状に臨んでいる。

従動体 46 は、砥石台 11 の側部端面に取付け固定されるとともに、その水平方向に延びる従動部 47 が、上記駆動側本体 45 の収容空間 50 内に突入して、両調整部 40、41 の調整ねじ部材 60、61 と当接係合している。

つまり、上記従動部 47 は第 6 図に示すような断面矩形状とされ、上下方向の移動調整に関して、その水平下面 47b に、上下方向調整部 40 の調整ねじ部材 60 の先端係合部 60a が当接するとともに、その水

平上面 4 7 a に、駆動側本体 4 5 に設けられた弾発部材 6 3 の先端係合部 6 3 a が弾発的に当接している。これにより、上記調整ねじ部材 6 0 と従動部 4 7 は常時上下方向に当接係合する構造とされている。

一方、水平方向の移動調整に関して、従動部 4 7 の一方の鉛直面 4 7 c に、水平方向調整部 4 1 の調整ねじ部材 6 1 の先端係合部 6 1 a が当接係合するとともに、その他方の鉛直面 4 7 d に、駆動側本体 4 5 に上記調整ねじ部材 6 1 に対向して設けられた、皿ばね等からなる弾発部材 6 4 の先端係合部 6 4 a が弾発的に当接している。これにより、上記調整ねじ部材 6 1 と従動部 4 7 は常時水平方向に当接係合する構造とされている。

上下方向調整部 4 0 の調整ねじ部材 6 0 は、第 6 図に示すように、駆動側本体 4 5 の雌ねじ部 6 5 に上下方向に螺進退可能に設けられており、その先端部が上記先端係合部 6 0 a とされるとともに、その基端部 6 0 b がウォームギア 6 6 を介してステッピングモータ 6 7 に駆動連結されている。

しかして、ステッピングモータ 6 7 の出力軸の回転は、ウォームギア 6 6 を介して調整ねじ部材 6 0 に伝えられ、これにより、調整ねじ部材 6 0 が上下方向へ螺進退することにより、従動体 4 6 がこの調整ねじ部材 6 0 の螺進退に追従して上下方向に移動し、その結果、砥石台 1 1 が上記水平軸を中心に上下方向へ傾動して、砥石車 2 の傾きが調整される。

そして、ステッピングモータ 6 7 が停止すると、調整ねじ部材 6 0 が停止して、従動体 4 6 が調整ねじ部材 6 0 と加圧部材 3 2 に挟まれた状態で停止し、砥石台 1 1 が上下方向の所定の姿勢に位置決め固定される。また、エンコーダ 7 1 により、常に、ステッピングモータ 6 7 の回転位置の絶対値が検出される。

水平方向調整部 4 1 の調整ねじ部材 6 1 は、第 6 図に示すように、駆動側本体 4 5 に水平方向に螺進退可能に設けられており、その先端部が上記先端係合部 6 1 a とされるとともに、その基端部 6 1 b がウォームギア 7 6 を介してステッピングモータ 7 7 に駆動連結されている。

しかして、ステッピングモータ 7 7 の出力軸の回転は、ウォームギア 7 6 を介して調整ねじ部材 6 1 に伝えられ、これにより、調整ねじ部材 6 1 が水平方向へ螺進退することにより、従動体 4 6 がこの調整ねじ部材 6 1 の螺進退に追従して水平方向に移動し、その結果、砥石台 1 1 が上記鉛直軸を中心に水平方向へ傾動して、砥石車 2 の水平方向の傾きが調整される。

そして、ステッピングモータ 7 7 が停止すると、調整ねじ部材 6 1 が停止して、従動体 4 6 が調整ねじ部材 6 1 と加圧部材 6 4 に挟まれた状態で停止し、砥石台 1 1 が水平方向の所定の姿勢に位置決め固定される。また、エンコーダ 8 1 により、常に、ステッピングモータ 7 7 の回転位置の絶対値が検出される。

なお、砥石車 2 の傾きの調整を行わないときは、上下方向および水平方向調整部 4 0、4 1 のステッピングモータ 6 7、7 7 への通電が停止され、これらステッピングモータ 6 7、7 7 の出力軸をフリーな状態にしておく。このように各ステッピングモータ 6 7、7 7 が停止しているときには、上記のように、調整ねじ部材 6 0、6 1 も停止しており、従動体 4 7 が調整ねじ部材 6 0、6 1 と弾発部材 6 3、6 4 に挟まれて、駆動側本体 4 5 に対して固定されている。このため、砥石台 1 1 がベッド 9 に対して所定の姿勢に固定されている。

ワーク測定装置（ワーク測定手段）7 は、研削加工時のワーク W の変形量を測定するもので、具体的には、砥石車 1、2 の切込み完了時に

において、所定の基準位置と前記ワーク回転支持装置 5 に回転支持されたワーク W の表裏両面 W a、W b との距離を少なくとも 3 箇所測定して、これら 3 箇所の測定結果から、上記ワーク W の変形量を算出する構成とされ、複数（図示例の場合は 3 つ）のエアゲージセンサ S a、S b、S c とワーク変形量算出部（ワーク変形量算出手段）80 とを主要部として備える。

距離センサ S a、S b、S c は非接触型のもので、図示の実施例においては、計測媒体として空気圧を利用するエアゲージセンサが用いられている。これらエアゲージセンサ S a、S b、S c は、エアノズル 30 A、30 B、30 C を備えてなり、これらエアノズル 30 A、30 B、30 C は、前述したように、ワーク回転支持装置 5 の静圧パッド 20、21 の上記対向支持面に臨んで配されている。

すなわち、これらエアゲージセンサ S a、S b、S c のエアノズル 30 A、30 B、30 C は、第 2 図および第 3 図に示すように、上記ワーク W を挟んで静圧パッド 20、21 の対向支持面の互いに対向する位置にそれぞれ一対計 6 個配されている。

これら一対のエアノズル 30 A₁ と 30 A₂、30 B₁ と 30 B₂、30 C₁ と 30 C₂ の組（3 組）は、第 3 図および第 4 図に示すように、ワーク W の表裏両面 W a、W b に対向して見て、上記砥石車 1、2 の研削面 1 a、2 a 外周近傍において、できるだけ研削面 1 a、2 a 外周に近い位置に配されている。

具体的には、第 4 図 (a) に示すように、上記エアゲージセンサのエアノズルの組の一つ、つまり、エアノズル 30 B₁、30 B₂ の組がワーク W（および砥石車 1、2）の一直径線である鉛直方向の中心線上に位置するように配されるとともに、残りのエアノズルの組、つまりエアノ

ズル $30A_1$ 、 $30A_2$ の組とエアノズル $30C_1$ 、 $30C_2$ の組が、上記鉛直方向の中心線に対して対称位置にそれぞれ配され、およびこれらエアノズルの組は、砥石車 1、2 の研削面 1a、2a の円周方向へ等間隔（各エアノズルと砥石車 1、2 の中心とのなす角（中心角）が均等）をもって配されている。

さらに、スペース的に可能であれば、上記エアノズル $30A_1$ 、 $30A_2$ の組とエアノズル $30C_1$ 、 $30C_2$ の組は、第 4 図 (b) に示すように、上記条件に加えて、ワーク W の外周縁の近くに位置するようにそれぞれ配されているのが望ましい。

そして、これらエアノズル $30A_1$ と $30A_2$ 、 $30B_1$ と $30B_2$ 、 $30C_1$ と $30C_2$ は、A/E 変換器（エア圧／電気信号変換器）90 を介して空気供給源 91 に接続されている。また、A/E 変換器 90 は、上記ワーク変形量算出部 80 に接続されている。

第 2 図において、左側静圧パッド 20 の各エアノズル $30A_1$ 、 $30B_1$ 、 $30C_1$ は、ワーク回転支持装置 5 に保持されたワーク W の左側表面と基準位置となる上記左側静圧パッド 20 の支持面との距離 La_1 、 Lb_1 、 Lc_1 を測定するためのものであり、右側静圧パッド 20 の各エアノズル $30A_2$ 、 $30B_2$ 、 $30C_2$ は、ワーク回転支持装置 5 に保持されたワーク W の右側裏面と基準位置となる上記右側静圧パッド 21 の支持面との距離 La_2 、 Lb_2 、 Lc_2 を測定するためのものである。つまり、各エアノズルの出口部の圧力は上記距離と一定の関係がある。

各エアノズル $30A$ （ $30A_1$ 、 $30A_2$ ）、 $30B$ （ $30B_1$ 、 $30B_2$ ）、 $30C$ （ $30C_1$ 、 $30C_2$ ）の出口部の圧力は、A/E 変換器 90 で電気信号に変換されてワーク変形量算出部 80 に送られる。

このワーク変形量算出部 80 は、3 組のエアゲージセンサ Sa_1 と S

a_2 、 Sb_1 と Sb_2 、 Sc_1 と Sc_2 の検出結果から、ワークWの変形量を算出するもので、上記エアノズル30A ($30A_1$ 、 $30A_2$)、30B ($30B_1$ 、 $30B_2$)、30C ($30C_1$ 、 $30C_2$)の出口部の空気圧に基づいて、静圧パッド20、21の対向支持面とワークWとの距離 La (La_1 、 La_2)、 Lb (Lb_1 、 Lb_2)、 Lc (Lc_1 、 Lc_2)がそれぞれ測定されるとともに、これら3点の距離からワークWの変形量が算出され、その結果は砥石姿勢制御装置8へ送られる。

なお、砥石姿勢制御装置8におけるエアゲージセンサ Sa (Sa_1 、 Sa_2)、 Sb (Sb_1 、 Sb_2)、 Sc (Sc_1 、 Sc_2)の検出結果に基づく制御は、各エアゲージセンサの組の測定値の差を2で除した値、つまり距離値 $La = (La_1 - La_2) / 2$ 、距離値 $Lb = (Lb_1 - Lb_2) / 2$ および距離値 $Lc = (Lc_1 - Lc_2) / 2$ を変形量として処理される。

砥石姿勢制御装置8は、上記ワーク測定装置7の測定結果に従って上記砥石姿勢調整装置、つまり上下および水平方向調整手段としての上記砥石ティルト装置6と、軸方向調整手段としての上記砥石切込み装置13を制御するもので、第7図に示すように、比較部8a、補正演算部8b、ならびに軸方向制御部8c、上下方向制御部8dおよび水平方向制御部8eから構成されている。

比較部8aは、上記ワーク測定装置7により測定されたワークWの変形量(距離値) La 、 Lb 、 Lc を所定の許容値(しきい値) Ls と比較してこのしきい値 Ls を超えたか否かを判定し、判定結果を補正演算部8bへ送る。補正演算部8bは、比較部8aの判定結果に基づき、ワークWの変形量 La 、 Lb 、 Lc がしきい値 Ls を超えた場合に、その変形量 La 、 Lb 、 Lc に基づいて、砥石車1、2の上下水平方向お

よび軸方向の姿勢補正量（調整方向と調整量）を演算し、その演算結果を軸方向制御部 8 c、上下方向制御部 8 d および水平方向制御部 8 e へ送る。これら制御部 8 c～8 e は、補正演算部 8 b の演算結果に従って、砥石ティルト装置 6 のステッピングモータ 6 7、7 7 と砥石切込み装置 1 3 のステッピングモータ 1 3 a の回転方向と回転量を決めて、エンコーダ 1 3 b、7 1、8 1 の出力をフィードバックしながら、上記ステッピングモータ 1 3 a、6 7、7 7 を決められた方向へ決められた量だけ回転駆動させる。これにより、砥石台 1 0、1 1 における砥石軸 3、4 の軸方向位置と、砥石台 1 0、1 1 の上下水平方向の傾きとが調整されて、砥石車 1、2 を正しい姿勢、つまり砥石車 1、2 の切込み完了時のワーク W が変形を生じず平坦となるように、砥石車 1、2 の姿勢が移動調整される。

続いて、本実施例の研削装置における具体的な砥石車 1、2 の姿勢調整について、第 8 図～第 1 1 図を参照して説明する。なお、第 8 図～第 1 1 図は、理解を容易にすることを目的として、模式的にかつ砥石車 1、2 およびワーク W の変形量を大幅に拡大して描かれているが、実際には、これらの変形量は目視にて確認できないほど微小なものである。

A. 砥石車 1、2 の切込み動作：

本実施例においては、研削加工における基本動作である砥石車 1、2 の切込み動作は、図外の公知の主制御装置により、以下のように砥石車 1、2 の切込み完了位置が制御されて、ワーク W の変形量が所定量以下になるように制御される。

つまり、一对の砥石車 1、2 は、砥石切込み装置 1 3 により、所定の待機位置（切込み開始位置）から予め設定された切込み量（一定量）だけ切り込まれて停止し（この停止位置が切込み完了位置）、スパーク

アウト後に上記待機位置へ後退復帰される。この研削サイクルー工程により、一枚のワークWが所定の厚さ寸法に研削加工され、この研削サイクルが連続して順次供給されるワーク毎に繰り返される。また、上記切込み完了位置は、図示しないインプロセスの定寸装置を利用して、その検出データを上記砥石切込み装置 13 にフィードバックして制御している。

B. 初期状態の調整：

このような研削サイクルを実行する本実施例の研削装置において、まず、砥石車 1、2、静圧パッド 20、21 およびワークWが平行で芯が揃っている状態、つまり第 8 図に示す初期状態に調整する。この初期状態においては、左右一对の砥石車 1、2 の研削面 1a、2a が平行で、左右一对の静圧パッド 20、21 の支持面が平行で、かつワークWが所定の精度（平行度、平坦度）に研削できる状態にある。この状態では、ワークWと静圧パッド 20、21 との上記距離値 $L_a = L_b = L_c$ になる。この初期状態での値を理想距離値 L_0 とする。

具体的には、砥石切込み完了時にワークWの変形量が 0 となる砥石車 1、2 の研削面 1a、2a の位置（切込み完了位置）が最適位置として決定される。そして、この最適位置と研削完了時の各ワークWの変形量とに基づいて、砥石車 1、2 の待機位置（砥石切込み開始位置）が調整され、砥石車 1、2 の研削面 1a、2a の切込み完了位置が上記最適値から所定量以上ずれないように調整される。

上記最適位置は、以下のように決定される。複数枚のワークWを用意する。次いで、各ワークWを試験的に研削して、エアゲージセンサ S_a (S_{a_1} 、 S_{a_2})、 S_b (S_{b_1} 、 S_{b_2})、 S_c (S_{c_1} 、 S_{c_2}) によって、各ワークWの表裏面と静圧パッド 20、21 との距離を測定

する。そして、研削が終了したワークWを研削装置から取り出して、ワークWの変形量および厚さを適当な測定装置によって測定する。この測定結果に基づいて、ワークWの変形量（曲がり）が0になるように待機位置（切込み開始位置）を変更して、次のワークWを研削する。これを何度か繰り返し、変形量（曲がり）がほぼ0であり、厚さが所定の値となるワークWを得る。これを理想ワーク W_0 と呼ぶ。理想ワーク W_0 が得られたときのこのワーク W_0 と静圧パッド20、21との距離を理想距離 L_0 と呼ぶ。このように研削完了時にワークWと静圧パッド20、21との距離が理想距離 L_0 となる切込み完了位置が最適位置となる。この理想距離 L_0 が砥石姿勢制御装置8の比較部8aに記憶される。

C. 砥石車1、2の姿勢調整：

最適位置が決定された後、1枚目のワークWを研削する前は、各砥石車1、2は、上記最適値から所定距離だけ軸方向へ後退移動した最適待機位置（最適切込み開始位置）に位置し、この状態からワークWの研削が開始される。

ワークWの研削を行い、毎回スパークアウト時に、ワーク測定装置7によって、静圧パッド20、21の対向支持面とワークWとの距離が上記3点で測定され、砥石姿勢制御装置8では、これら測定距離から得られる距離値 L_a 、 L_b 、 L_c に基づいて砥石車1、2の傾き等を移動調整する。この移動調整は、ワークWの研削完了後、つまり、砥石車1、2がスパークアウト後に上記待機位置へ後退復帰した状態で行われる。

初期の状態においては、砥石車1、2の摩耗はごく少なく、また、装置の機械各部の経年変化や、熱変位などの外的要因による砥石車1、2の砥石軸の傾きの狂いもほとんどなく、実際の切込み完了位置と上記最適位置とのずれはなく、あるいはごく小さい。したがって、ワークWと

静圧パッド 20、21 との距離値 L_a 、 L_b 、 L_c は理想距離値 L_0 にほぼ等しく、ワーク W の変形（曲がり）は所定量 L_s 以下であり、平行度、平坦度ともに高い。

(a) 砥石車 1、2 の軸方向調整：

研削を続けると、距離値 L_b は $L_b = L_0$ のままで、距離値 L_a と L_c は、 $L_a = L_c = L_1$ 、 L_2 、 L_3 、…と徐々に変化していく。これに伴って研削完了後のワーク W の平坦度も徐々に悪化していく。この変化の原因は、主に砥石車 1、2、の偏摩耗により、砥石車 1、2 の切込み完了位置が上記最適位置からずれて移動するためである。これは距離値が $L_a = L_c \neq L_b$ の場合で、第 9 図に示す状態である。

そして、距離値 L_a 、 L_c がしきい値 L_s を超えた場合には、砥石姿勢制御装置 8 は、砥石車 1、2 の切込み完了位置の設定を軸方向へ $(L_b - L_c)$ だけ修正移動させるように、軸方向調整手段としての砥石切込み装置 13 のステッピングモータ 13a を回転駆動する。

一例として、例えば、理想距離 L_0 が 0.05 mm で、第 8 図に示す初期状態における測定距離が $L_{a1} = L_{a2} = L_{b1} = L_{b2} = L_{c1} = L_{c2} = 0.05$ mm とした場合に、距離値 $L_a \{ (L_{a1} - L_{a2}) / 2 \} = L_b \{ (L_{b1} - L_{b2}) / 2 \} = L_c \{ (L_{c1} - L_{c2}) / 2 \} = 0$

この初期状態から、測定距離が理想距離 $L_0 = 0.05$ mm から外れて、例えば、 $L_{a1} = L_{c1} = 0.056$ mm となり、 $L_{a2} = L_{c2} = 0.044$ mm となったとすると、距離値 $L_a \{ (L_{a1} - L_{a2}) / 2 \} = L_c \{ (L_{c1} - L_{c2}) / 2 \} = 0.006$ mm となり、第 9 図に示す状態となる。

そして、これら距離値 L_a 、 L_c がしきい値 L_s （例えば、0.005 mm）を超えた場合には、砥石姿勢制御装置 8 は、砥石車 1、2 の

切込み完了位置の設定を軸方向へ $(L_b - L_c) = -0.006 \text{ mm}$ (つまり砥石軸 3, 4 を左方向へ 0.006 mm) だけ修正移動させるように、軸方向調整手段としての砥石切込み装置 13 のステッピングモータ 13a を回転駆動する。

この修正で、ワークの仕上がり精度 (平坦度、平行度) は改善される。

さらに研削を続けると、また徐々に距離値 L_a 、 L_c が理想距離 L_0 から外れた値をとっていくので、しきい値 L_s を超えるたびに、上記と同様、砥石車 1、2 を切込み完了位置の設定を軸方向へ $(L_b - L_c)$ だけ修正移動する。

(b) 砥石車 1、2 の傾き調整：

何回か (a) の修正 (砥石車 1、2 の軸方向調整) を繰り返すうちに、この修正動作をしても、距離値 L_a 、 L_c がしきい値 L_s 以下にならなくなる。

これは、熱変位が主原因と考えられる。つまり、熱変位等により砥石軸 3、4 に傾きが生じたため、これは第 10 図または第 11 図に示す 2 種類のパターンがある。

したがって、砥石姿勢制御装置 8 は、これら 2 種類の砥石車 1、2 の傾きを基本パターンとして測定される距離値 L_a 、 L_b 、 L_c に基づいて、次のような調整制御を行う。

(b-1) 砥石車 1、2 の上下方向の傾き調整：

まず、距離値が $L_a = L_c \neq L_b$ の場合には、第 10 図に示すパターンである。すなわち、この場合は、砥石軸 3、4 の上下方向の傾きにより、砥石車 1、2 が本来の軸線方向に対して上下方向へ角度 α だけ傾いている状態である。

砥石姿勢制御装置 8 は、砥石軸 3、4 を距離値 L_a 、 L_b 、 L_c から算出されるワーク W の上下方向の傾き（曲がり）角度 α が 0° になるように調整量を算出し、砥石ティルト装置 6、6 における上下方向調整部 40 のステッピングモータ 67 を回転駆動する。これにより、砥石台 10、11 さらには砥石車 1、2 を上下方向へ傾動させて、距離値 $L_a = L_c = L_b = L_0$ とし、第 8 図に示す状態にする。

(b-2) 砥石車 1、2 の水平方向または水平上下方向の傾き調整：

次に、距離値が $L_a \neq L_c$ の場合には、第 11 図に示すパターンか、あるいは第 11 図に示すパターンと第 10 図に示すパターンが複合した状態である。すなわち、この場合は、砥石軸 3、4 の水平方向の傾きにより、砥石車 1、2 が本来の軸線方向に対して水平方向へ角度 β だけ傾いている状態、あるいは、砥石軸 3、4 の上下と水平方向双方の傾きにより、砥石車 1、2 が本来の軸線方向に対して水平方向へ角度 β だけ傾くとともに、上下方向へも角度 α だけ傾いている状態である。

砥石姿勢制御装置 8 は、まず、砥石軸 3、4 を距離値 L_a 、 L_b 、 L_c から算出されるワーク W の水平方向の傾き（曲がり）角度 β が 0° になるように調整量を算出し、砥石ティルト装置 6、6 における水平方向調整部 41 のステッピングモータ 77 を回転駆動する。これにより、砥石台 10、11 さらには砥石車 1、2 を水平方向へ傾動させる。

この修正により、次に研削されるワーク W では、距離値が $L_a = L_c$ になり、しかも $L_a = L_b = L_c = L_0$ であれば第 8 図に示す状態に修正されていることになる。

一方、もし、 $L_a = L_c \neq L_b$ であれば、前述した第 10 図に示す状態であることから、さらに上記 (b-1) の修正（砥石車 1、2 の上下方向の傾き調整）をして、第 8 図の状態にする。

しかして、以上のように構成された両面研削装置においては、主制御装置により、ワーク回転支持装置 5 が、ワーク W を研削位置に回転支持するとともに、高速回転する一対の砥石車 1、2 が所定の待機位置からその砥石軸 3、4 方向へ予め設定された切込み量だけそれぞれ切り込まれて、これら両砥石車 1、2 の端面の研削面 1 a、2 a により上記ワーク W の表裏両面 W a、W b が同時に研削加工される。砥石車 1、2 は、スパークアウト後に上記待機位置へ後退復帰され、この間にワーク W がワーク回転支持装置 3 から取り出される。以後、この手順が繰り返されて、複数のワーク W、W、… が一枚ずつかつ連続して研削される。

この場合、ワーク測定装置 7 は、砥石車 1、2 のスパークアウト時に、エアゲージセンサ S a、S b、S c を用いて、基準位置である静圧パッド 20、21 の対向支持面とワーク W の表裏両面との距離を 3箇所それぞれ測定するとともに、ワーク変形量算出部 80 が、これら 3箇所の測定結果（距離 $L a_1$ 、 $L b_1$ 、 $L c_1$ 、 $L a_2$ 、 $L b_2$ 、 $L c_2$ ）から、ワーク W の変形量（軸方向への変形、上下方向の曲がり、水平方向の曲がり）を検出する。

そして、砥石姿勢制御装置 8 は、上述したように、この算出した変形量（距離値 $L a$ 、 $L b$ 、 $L c$ ）が所定値（しきい値） $L s$ を超えた場合に、その変形量 $L a$ 、 $L b$ 、 $L c$ に基づいて、砥石車 1、2 の切込み完了時のワーク W が変形を生じず平坦となるように、砥石ティルト装置 6、6 と砥石切込み装置 13、13 を駆動制御して、砥石車 1、2 を移動調整する。これにより、砥石車 1、2 は常時正しい姿勢（正しい軸方向位置および傾き）を保つことができ、曲がりがなく平行度および平坦度に優れるワークを得ることができる。

実施例 2

実施例 1 においては、砥石車 1、2 の移動調整がワーク W の研削完了後に行われる構成であったが、本実施例における砥石車 1、2 の移動調整は、以下のようにワーク W の研削中において行われる。

すなわち、本実施例においては、実施例 1 の場合と同様に、初期状態での距離値 L_a 、 L_b 、 L_c の理想距離値 L_0 を記憶させて、砥石車 1、2 のスパークアウト時に、各距離値 L_a 、 L_b 、 L_c を監視しながら、これら距離値 L_a 、 L_b 、 L_c に基づいて砥石車 1、2 の傾きを移動修正する。

つまり、距離値が $L_a \neq L_c$ の場合には、砥石姿勢制御装置 8 は、まず距離値が $L_a = L_c$ となるまで砥石軸 3、4 の水平方向の傾きを移動修正する（当初から $L_a = L_c$ であれば、この移動修正は不要）。

次に、距離値が $L_a = L_b = L_c = L_0$ となるまで、砥石軸 3、4 の上下方向の傾きを移動修正して第 8 図の状態にする。

なお、この砥石軸 3、4 の水平方向の傾きを修正しても効果がない場合は、第 9 図に示す状態なので、砥石軸 3、4 を軸方向へ移動調整して、距離値が $L_a = L_b = L_c = L_0$ にして、第 8 図の状態にする。

その他の構成および作用は実施例 1 と同様である。

なお、上述した実施例は、あくまでも本発明の好適な実施態様を示すものであって、本発明はこれに限定されることなく、その範囲内において種々設計変更可能である。例えば、以下に列挙するような改変が可能である。

(1) 図示の実施例においては、3 つのエアゲージセンサ S_a 、 S_b 、 S_c が静圧パッド 20、21 の支持面にそれぞれ配されて、つまり一対のエアゲージセンサの組が 3 箇所配されて、ワーク W の表裏両面 W_a 、 W_b との距離を 3 箇所測定する構成とされているが、一対のエアゲ-

ジセンサの配設数は、少なくとも3個所あれば良く、適宜増設可能である。この場合、一对のエアゲージセンサの組の一つは、ワークWの鉛直方向の中心線上に配置されるとともに、残りの組がこの中心線に対して両側対称位置に配置されるのが望ましいことから、その配設数は5個所以上の奇数個所が望ましい。

例えば、5つのエアゲージセンサ S_a 、 S_b 、 S_c 、 S_d 、 S_e が静圧パッド20、21の支持面にそれぞれ配される場合は、第4図(c)に示すように、

これらエアゲージセンサ $S_a \sim S_e$ のエアノズル30A \sim 30Eの組の一つ、つまり、一对のエアノズル30C $_1$ 、30C $_2$ の組がワークW（および砥石車1、2）の一直径線である鉛直方向の中心線上に位置するように配されるとともに、残りのエアノズルの組、つまりエアノズル30A $_1$ 、30A $_2$ の組、エアノズル30B $_1$ 、30B $_2$ の組、エアノズル30D $_1$ 、30D $_2$ の組およびエアノズル30E $_1$ 、30E $_2$ の組が、上記鉛直方向の中心線に対して対称位置にそれぞれ配されている。また、これら一对のエアノズルの組は、上記砥石車1、2の円周方向へ等間隔をもって配される（各エアノズルと砥石車1、2の中心Oとのなす角（中心角）が均等）。

(2) 図示例のワーク回転支持装置5は、ワークWを軸方向に位置決め支持する軸方向支持手段として、左右一对の静圧パッド20、21によりワークWを非接触状態で支持する静圧支持装置17を採用しているが、例えば、日本特開平10-128646号公報または日本特開平10-175144号公報に開示されるような、従来公知の支持ローラ等により支持するローラ支持手段も採用可能である。

(3) 距離センサ S_a 、 S_b 、 S_c は、図示例のようなエアゲージセン

サのほか、静電容量型のセンサやレーザ装置など、他の非接触型のセンサも採用可能である。

(4) 図示例においては、砥石姿勢制御装置 8 により、距離値 L_a 、 L_b 、 L_c がしきい値 L_s を超えたとき、自動的に砥石車 1、2 の姿勢修正をするが、砥石姿勢制御装置 8 に代えて、あるいはこれとの併用で手動操作で姿勢修正することもできる。

この手動操作による場合は、警告アラーム等で異常信号を出し、これに従って、作業者が機械を停止させ、手動で第 8 図に示す初期状態に砥石車 1、2 を調整復帰させて運転再開する。

具体的には、砥石ティルト装置 6 の場合、前記ステッピングモータ 67、77 への通電を停止して、出力軸 67a、77a をフリーにしている状態において、角柱部 66e、77e にスパナ等の手動工具を係合させて、ウォームギア 66、76 を回転駆動させることにより、手動操作で、砥石台 10、11 の傾きを調整することもできる。

(5) 図示の実施例においては、砥石車 1、2 の切込み動作が、砥石切込み装置 13 により、所定の待機位置（切込み開始位置）から予め設定された一定の切込み量だけ切り込まれて停止し（この停止位置が切込み完了位置）、スパークアウト後に上記待機位置へ後退復帰されるようにされて、砥石車 1、2 の軸方向調整に際しては、上記待機位置が移動調整される構成、つまり、上記切込み量が一定で、上記待機位置が可変な構成とされている。

これに対して、上記切込み量が可変で、上記待機位置が一定とされて、砥石車 1、2 の軸方向調整に際しては、上記切込み量が変更調整される構成とされてもよい。

(6) さらに、図示例の両面研削装置は横型の対向二軸平面研削盤であ

るが、本発明は他の研削盤にももちろん適用可能である。

(7) また、図示の実施例は、研削対象である円板状ワークが円形状のものであるが、本発明は、中央部に円形状の穴を有する円環形状のワーク、いわゆるドーナツ状ワークも研削対象とすることができる。

この場合、ワークWの支持形態は、その外周と砥石車1、2の研削面1a、2aの外周とが交差しかつワークWの上記中央穴の一部が上記研削面1a、2a内に位置するように配置された状態において、上記研削面1a、2aの外周から径方向外部へ突出しているワークWの表裏両面Wa、Wbの部分が、ワーク回転支持装置5により回転支持されることとなる。

産業上の利用可能性

以上詳述したように、本発明によれば、ワークを回転支持するとともに、高速回転する一对の砥石車をその砥石軸方向へ切り込んで、これら両砥石車端面の研削面により上記ワークの表裏両面を同時に研削加工するに際して、上記砥石車の切込み完了時に、非接触型の距離センサを用いて、所定の基準位置と上記ワークの表裏両面との距離を少なくとも3箇所それぞれ測定し、これら少なくとも3箇所の測定結果から、上記ワークの変形量を検出するとともに、この算出した変形量が所定値を超えた場合に、その変形量に基づいて、上記砥石車の切込み完了時のワークが変形を生じず平坦となるように、上記砥石車を移動調整する構成とされているから、以下に列挙するような効果が発揮されて、曲がりがなく平行度および平坦度に優れるワークを得ることができる。

(1) 上記所定の基準位置とワークの表裏両面との距離を3点以上で測定することにより、ワークの姿勢の左右水平方向の曲がりや上下方向の

曲がり検知できる。

- (2) 砥石軸をティルト制御することで、より適正な砥石車の姿勢制御ができ、NGワークがなくなる。
- (3) 自動で砥石車を適正な位置および姿勢にしてワークを研削することができ、平坦度の精度維持ができる。

請 求 の 範 囲

1. 薄肉円板状工作物を回転支持するとともに、高速回転する一対の砥石車をその砥石軸方向へ切り込んで、これら両砥石車端面の研削面により前記工作物の表裏両面を同時に研削加工する方法であって、

前記砥石車の切込み完了時に、非接触型の距離センサを用いて、所定の基準位置と前記工作物の表裏両面との距離を少なくとも3箇所それぞれ測定するステップと、

これら少なくとも3箇所の測定結果から、前記工作物の変形量を検出するステップと、

この算出した変形量が所定値を超えた場合に、その変形量に基づいて、前記砥石車の切込み完了時の工作物が変形を生じず平坦となるように、前記砥石車を移動調整するステップとを備えてなることを特徴とする薄肉円板状工作物の両面研削方法。

2. 前記工作物の表裏両面に対向して見て、前記工作物が、工作物外周と前記砥石車の研削面外周とが交差して位置するように配置された状態において、ワーク回転支持手段により、この工作物の前記研削面外周から径方向外部へ突出している表裏両面の部分を回転支持することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の薄肉円板状工作物の両面研削方法。

3. 前記距離センサは、前記工作物を挟んで互いに対向する位置に一対配されるとともに、これら一対の距離センサの組が前記砥石車の研削面外周近傍位置に少なくとも3箇所以上の奇数個所に配され、

前記工作物の表裏両面に対向して見て、前記距離センサの組の一つが工作物の一直径線上に位置するように配され、残りの距離センサの組

が前記一直径線に対して対称位置にそれぞれ配され、およびこれら距離センサの組は、前記砥石車の円周方向へ等間隔をもって配されていることを特徴とする請求の範囲第2項に記載の薄肉円板状工作物の両面研削方法。

4. 前記距離センサによる前記距離測定を、前記砥石車のスパークアウト時に行うことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の薄肉円板状工作物の両面研削方法。

5. 前記砥石車の移動調整を前記工作物の研削完了後に行うことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の薄肉円板状ワークの両面研削方法。

6. 前記砥石車の移動調整を前記工作物の研削中に行うことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の薄肉円板状工作物の両面研削方法。

7. 薄肉円板状工作物を回転支持するとともに、高速回転する一対の砥石車をその砥石軸方向へ切り込んで、これら両砥石車端面の研削面により前記工作物の表裏両面を同時に研削加工する装置であって、

端面の研削面同士が対向するように配された一対の砥石車と、

前記工作物を、前記一対の砥石車の研削面間において工作物の表裏両面がこれら両研削面に対向する状態で、回転支持するワーク回転支持手段と、

前記砥石車の姿勢を調整する砥石姿勢調整手段と、

前記砥石車の切込み完了時において、所定の基準位置と前記ワーク回転支持手段に回転支持された工作物の表裏両面との距離を少なくとも3箇所測定して、これら3箇所の測定結果から、前記工作物の回転支持状態における変形量を算出するワーク測定手段と、

このワーク測定手段の測定結果にしたがって前記砥石姿勢調整手段を制御する砥石姿勢制御手段とを備えてなる

ことを特徴とする薄肉円板状工作物の両面研削装置。

8. 前記ワーク回転支持手段は、前記工作物の表裏両面に対向して見て、前記工作物が、工作物外周と前記砥石車の研削面外周とが交差して位置するように配置された状態において、この工作物の前記研削面外周から径方向外部へ突出している表裏両面の部分を回転支持する構成とされている

ことを特徴とする請求の範囲第7項に記載の薄肉円板状工作物の両面研削装置。

9. 前記ワーク回転支持手段は、前記工作物の表裏両面を静圧流体により非接触支持する静圧支持手段を備えている

ことを特徴とする請求の範囲第8項に記載の薄肉円板状工作物の両面研削装置。

10. 前記ワーク測定手段は、所定の基準位置と前記工作物の表裏両面との距離を測定する少なくとも3つの非接触型の距離センサと、これら3つの距離センサの検出結果から、前記工作物の変形量を算出するワーク変形量算出手段とを備えてなる

ことを特徴とする請求の範囲第7項に記載の薄肉円板状工作物の両面研削装置。

11. 前記距離センサは、前記工作物を挟んで互いに対向する位置に一对配されるとともに、これら一对の距離センサの組が前記砥石車の研削面外周近傍位置に少なくとも3箇所以上の奇数個所に配され、

前記工作物の表裏両面に対向して見て、前記距離センサの組の一つが工作物の一直径線上に位置するように配され、残りの距離センサの組が前記一直径線に対して対称位置にそれぞれ配され、および前記距離センサの組は、前記砥石車の円周方向へ等間隔をもって配されている

ことを特徴とする請求の範囲第 10 項に記載の薄肉円板状工作物の両面研削装置。

12. 前記ワーク回転支持手段が前記工作物の表裏両面を静圧流体により非接触支持する静圧支持手段を備えるとともに、この静圧支持手段の静圧パッドに前記ワーク測定手段の距離センサが配されてなり、

この距離センサは、前記静圧パッドを前記基準位置として前記工作物の表裏両面との距離を測定するように構成されている

ことを特徴とする請求の範囲第 10 項に記載の薄肉円板状工作物の両面研削装置。

13. 前記砥石姿勢調整手段は、前記砥石車の軸方向位置を移動調整する軸方向調整手段と、前記砥石車を水平軸線を中心として上下方向に傾動調整する上下方向調整手段と、前記砥石車を鉛直軸線を中心として水平方向に傾動調整する水平方向調整手段とを備えてなる

ことを特徴とする請求の範囲第 7 項に記載の薄肉円板状工作物の両面研削装置。

14. 前記砥石姿勢制御手段は、前記ワーク測定手段により測定された前記工作物の変形量が所定値を超えた場合に、その変形量に基づいて、前記砥石車の切込み完了時の工作物の変形を生じず平坦となるように、前記砥石姿勢調整手段の軸方向調整手段、上下方向調整手段および水平方向調整手段を駆動制御するように構成されている

ことを特徴とする請求の範囲第 13 項に記載の薄肉円板状工作物の両面研削装置。

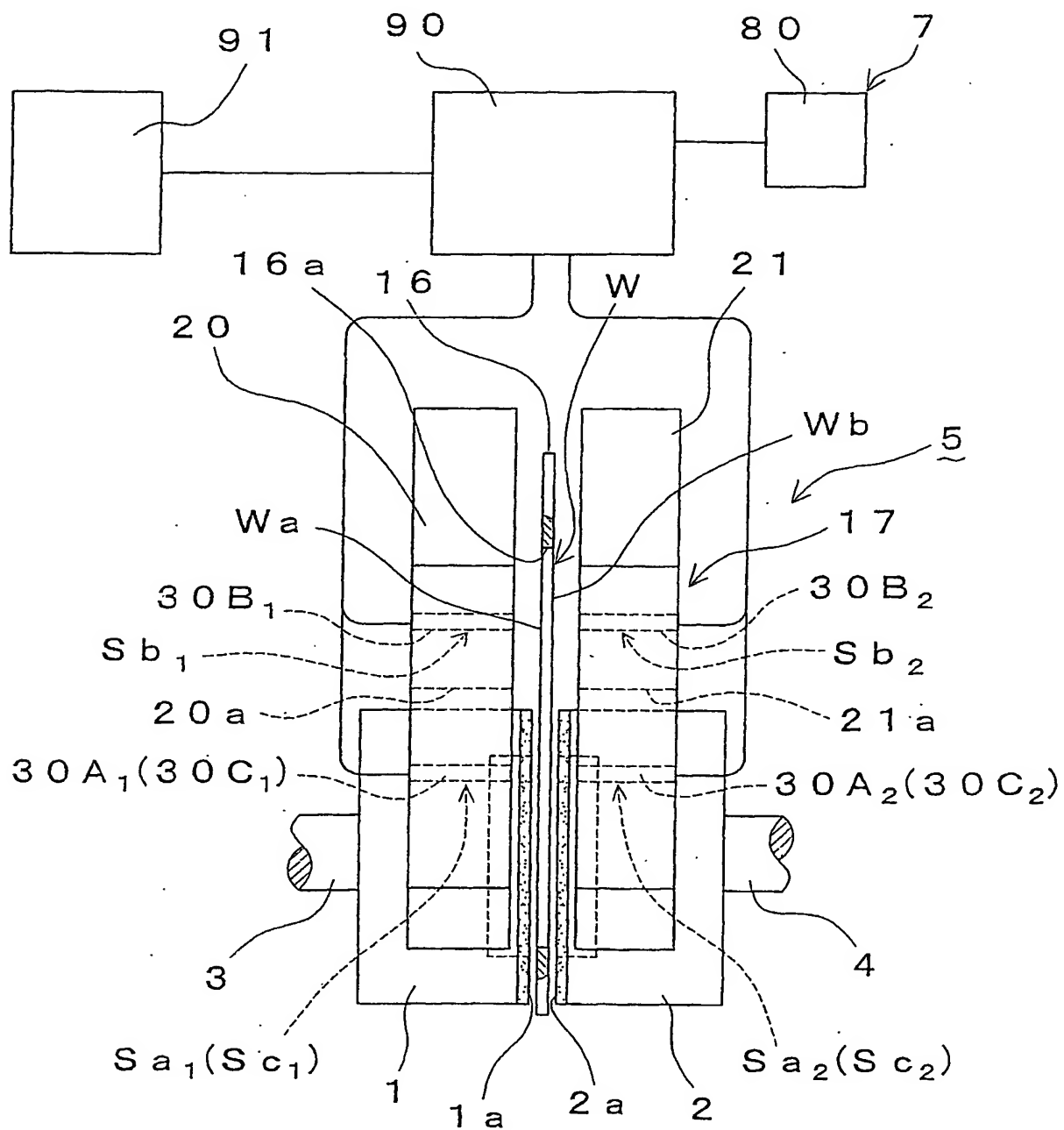
15. 前記砥石車の移動調整を前記工作物の研削完了後に行うことを特徴とする請求の範囲第 7 項に記載の薄肉円板状ワークの両面研削装置。

16. 前記ワーク測定手段による前記距離測定を、前記砥石車のスパー

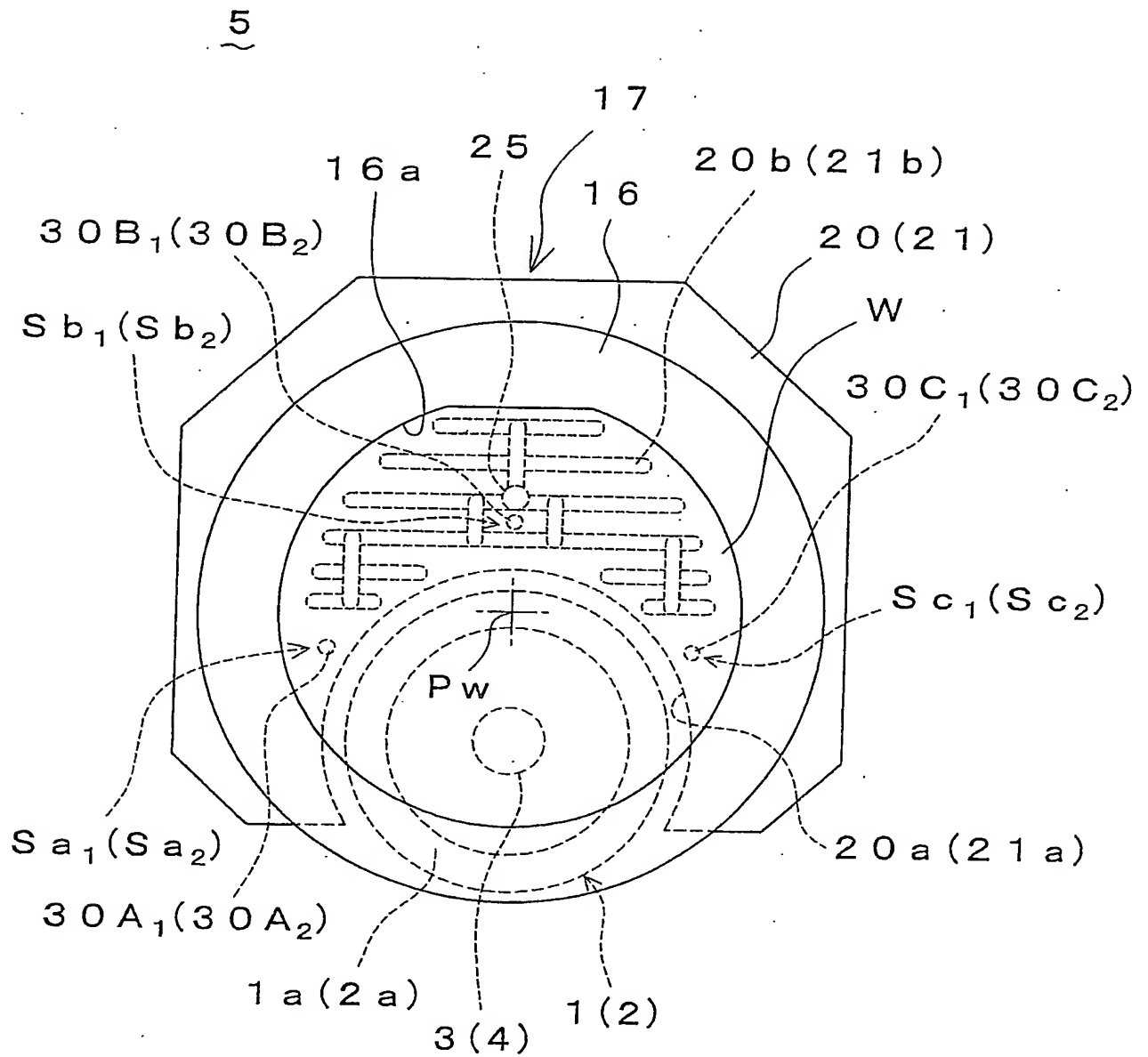
クアウト時に行うことを特徴とする請求の範囲第 7 項に記載の薄肉円板状工作物の両面研削装置。

17. 前記砥石姿勢調整手段による前記砥石車の姿勢調整が前記工作物の研削中に行われることを特徴とする請求の範囲第 7 項に記載の薄肉円板状工作物の両面研削装置。

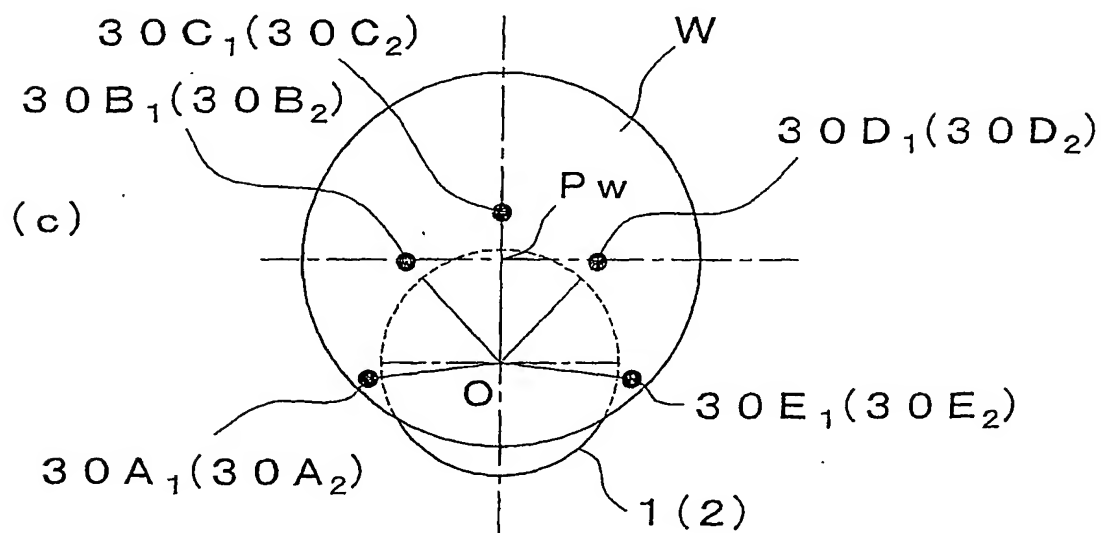
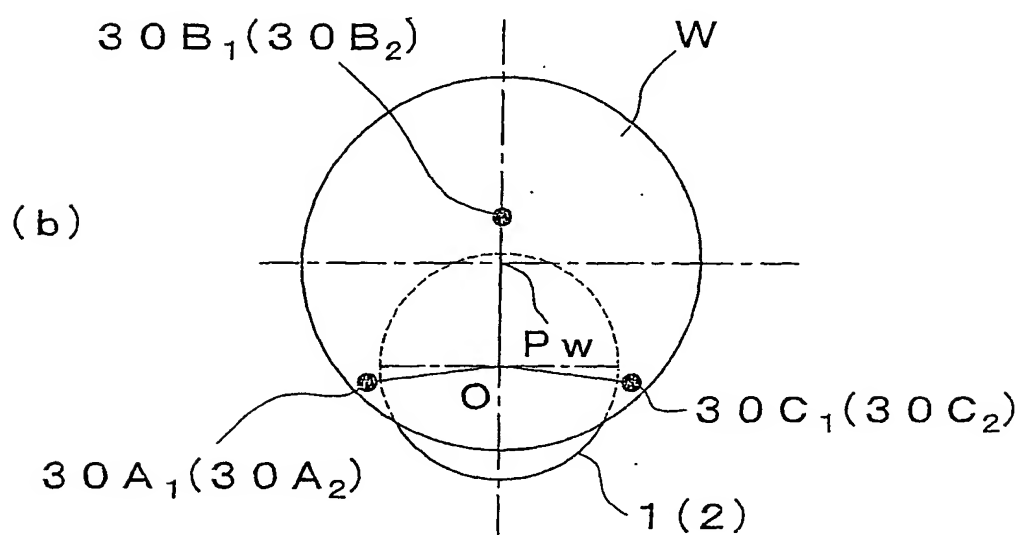
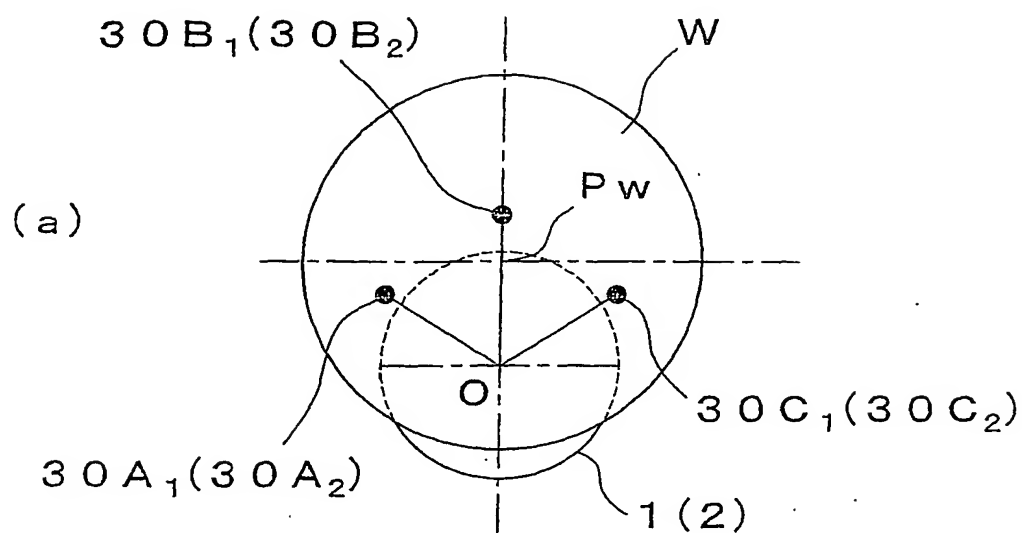
第2圖



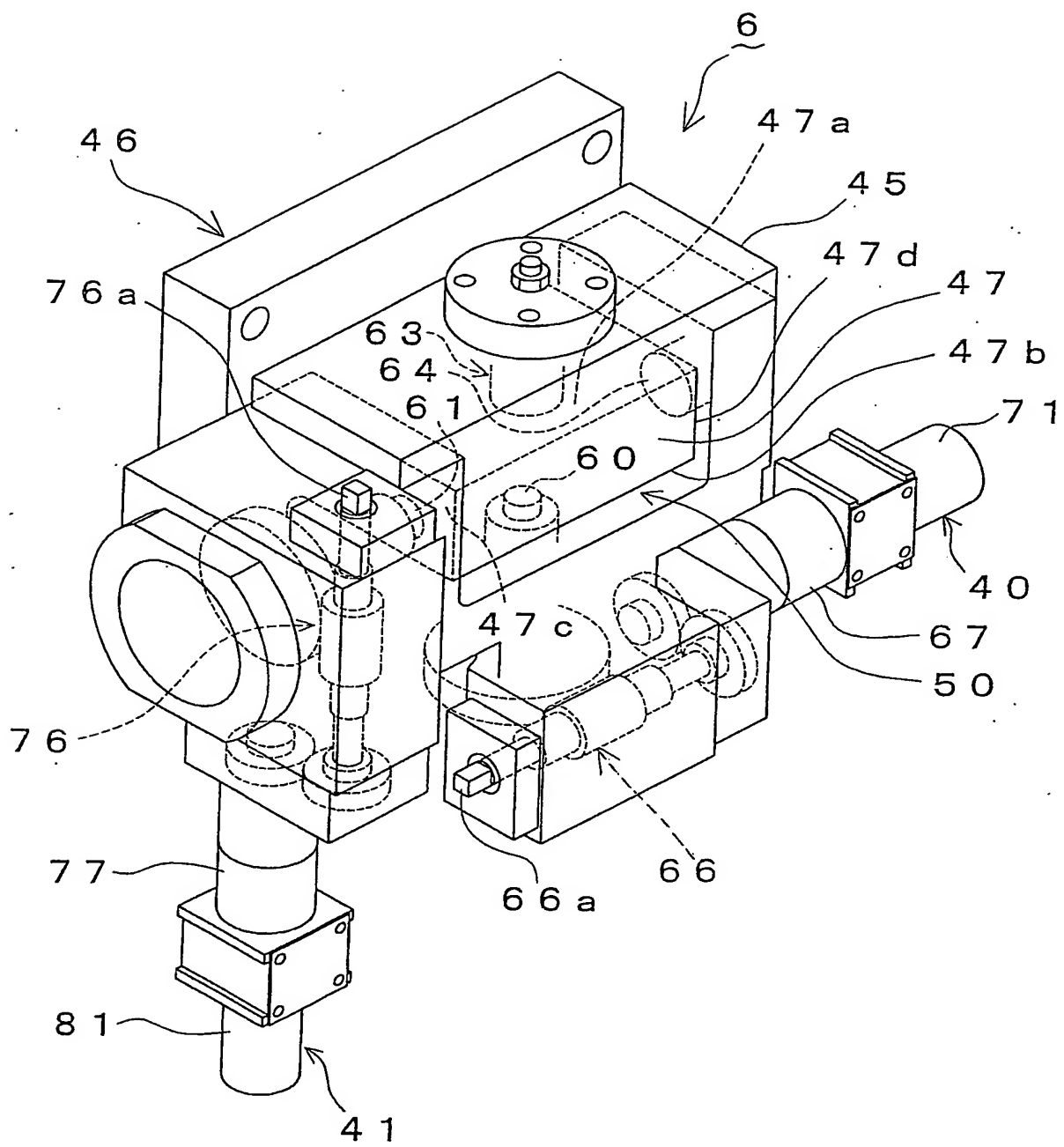
第3図



第4図



第5図



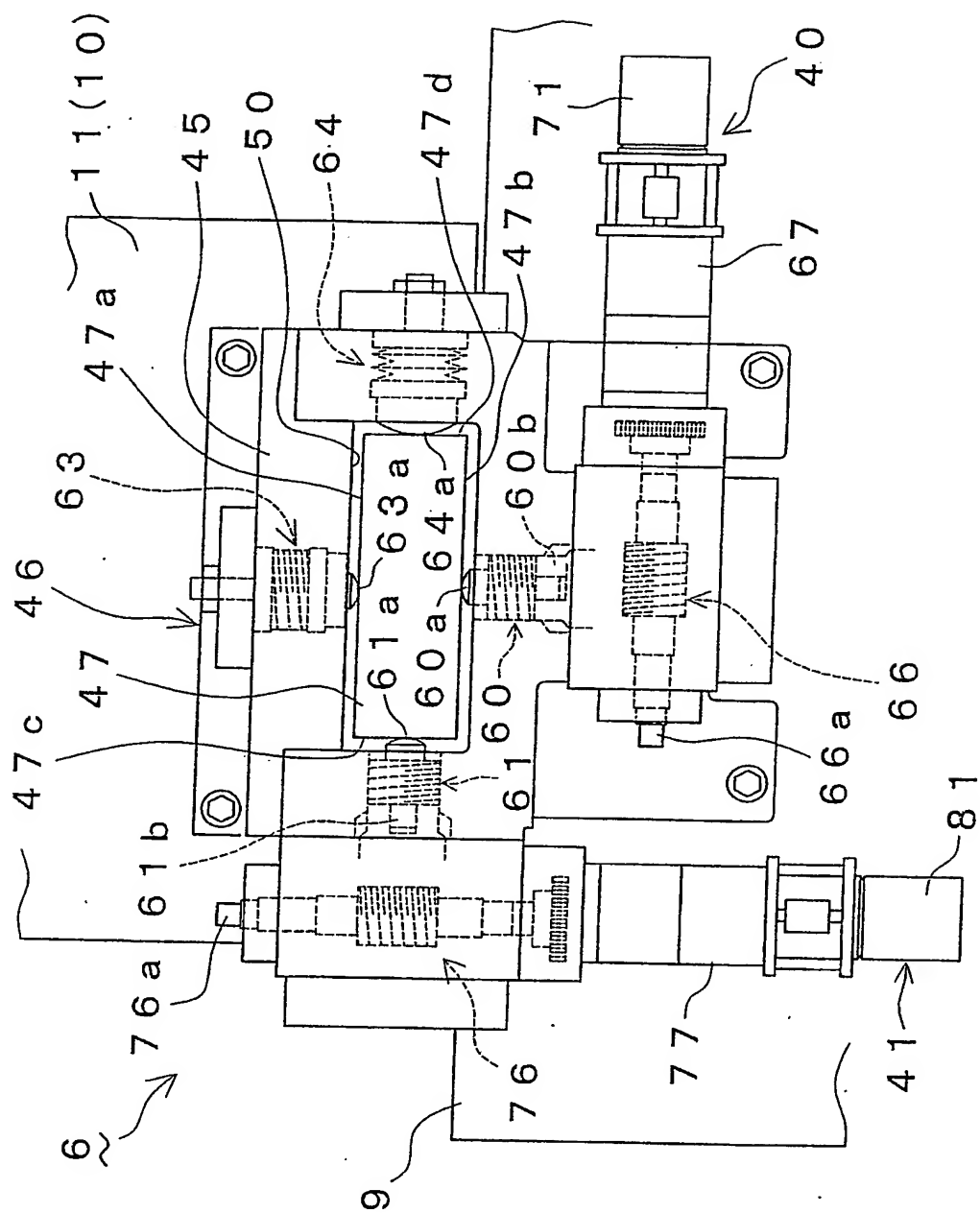
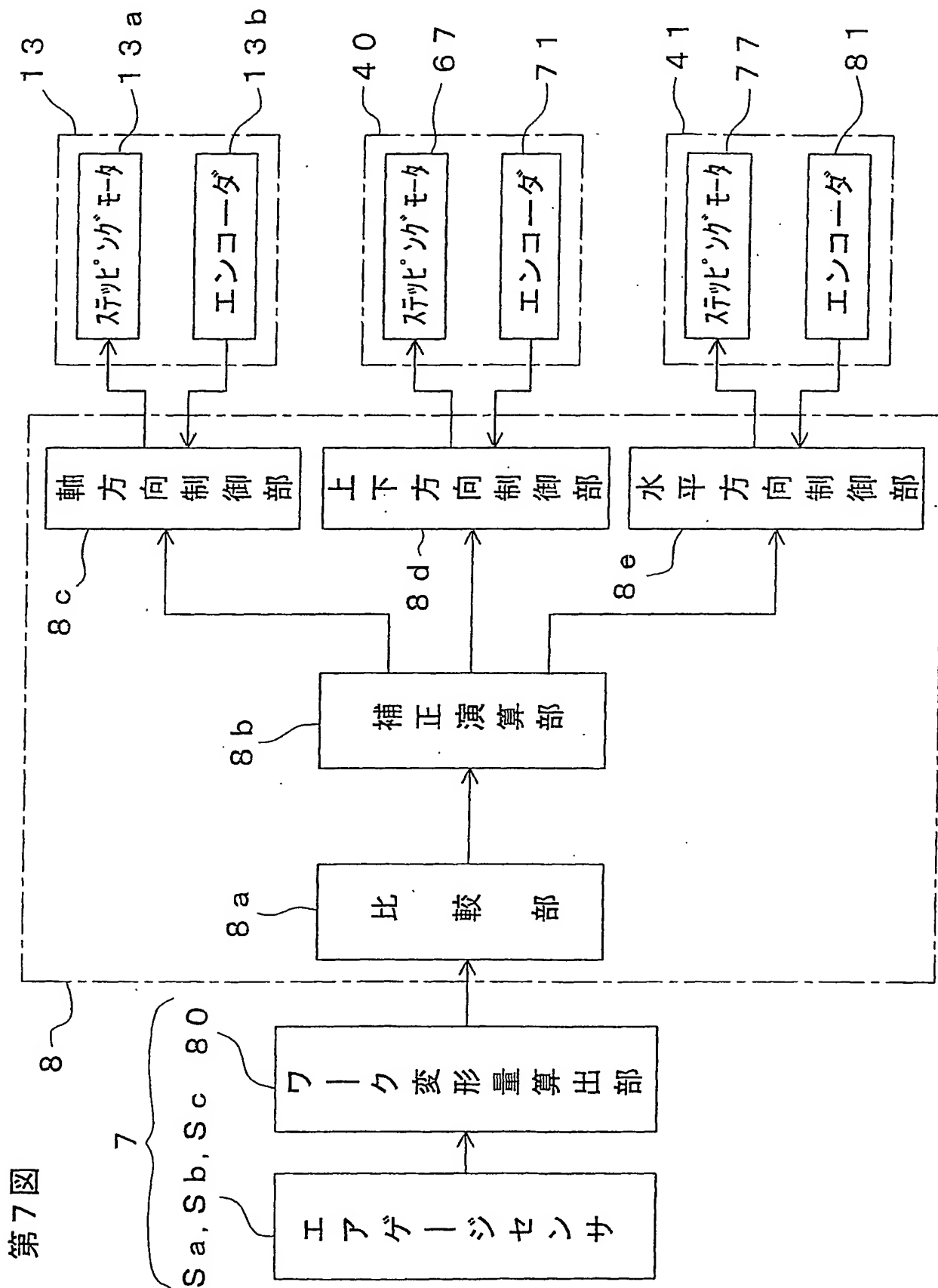
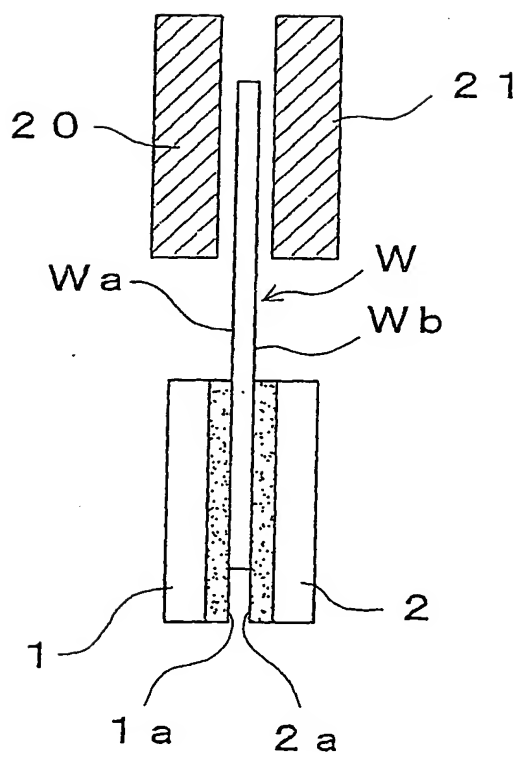


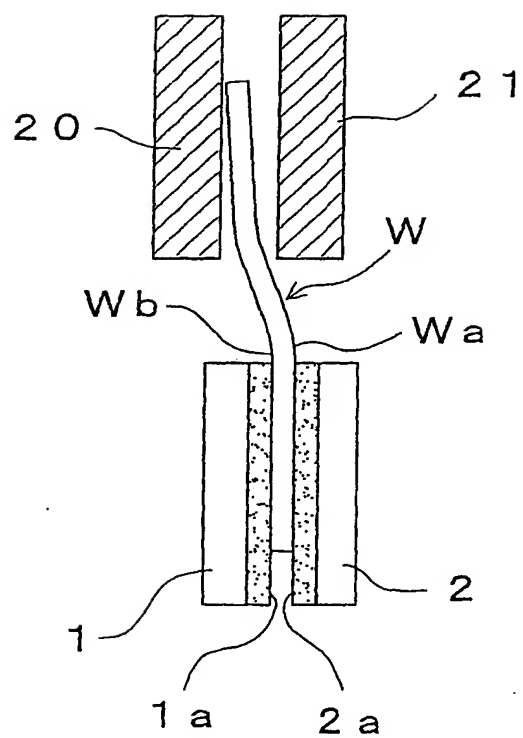
圖 6 集



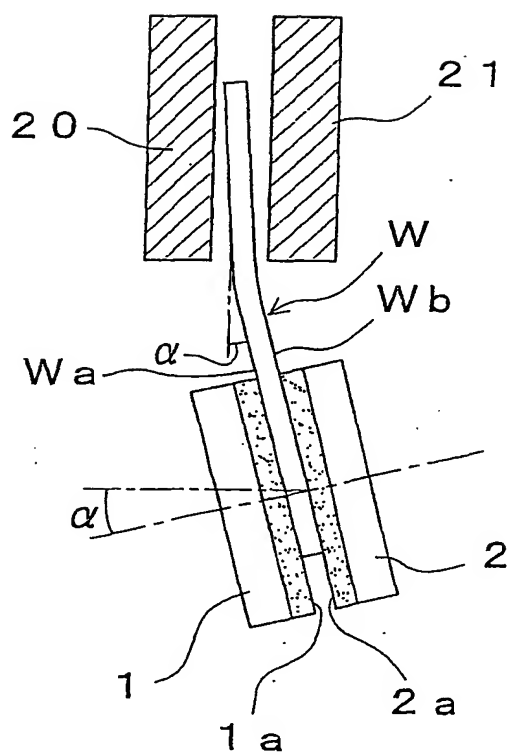
第 8 図



第9図

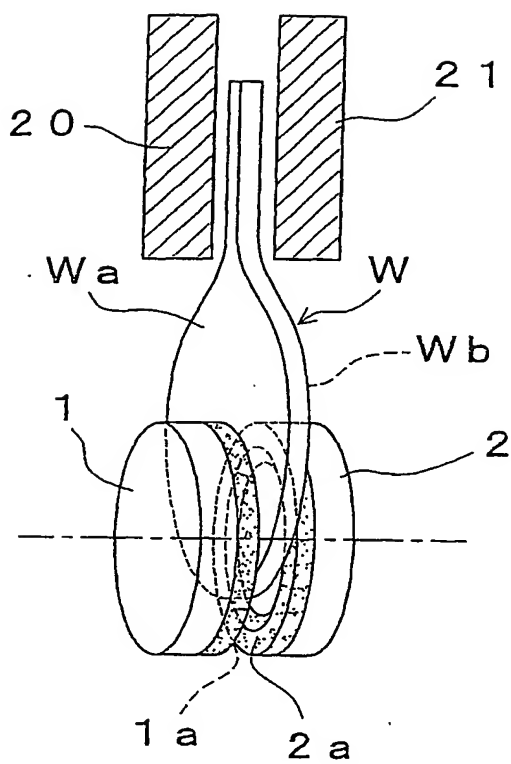


第10図

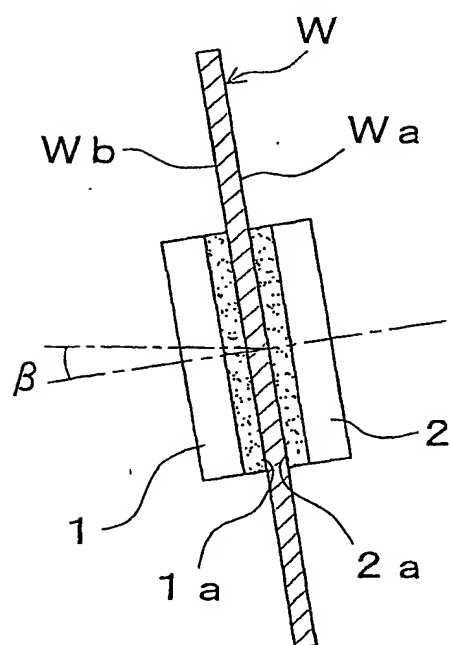


第 1 1 図

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Publication No.

PCT/JP02/10493

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B24B7/17, B24B49/02, B24B49/03, B24B49/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B24B7/17, B24B37/04, H01L21/304, B24B49/02, B24B49/03, B24B49/04, B23Q15/14, B23Q15/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 11-198009 A (Koyo Machine Industries Co., Ltd.), 27 July, 1999 (27.07.99), Par. Nos. [0008] to [0060]; Figs. 1 to 9 (Family: none)	1-2, 4-10, 12, 14-17 13
Y	JP 11-239956 A (Koyo Machine Industries Co., Ltd.), 07 September, 1999 (07.09.99), Par. Nos. [0036] to [0039]; Figs. 1 to 7 (Family: none)	13
A	JP 2001-62718 A (Super Silicon Crystal Research Institute Corp., Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 13 March, 2001 (13.03.01), Par. Nos. [0011] to [0012]; Figs. 1 to 2 (Family: none)	3, 9, 11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
23 October, 2002 (23.10.02)

Date of mailing of the international search report
19 November, 2002 (19.11.02)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B24B7/17, B24B49/02, B24B49/03, B24B49/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B24B7/17, B24B37/04, H01L21/304
, B24B49/02, B24B49/03, B24B49/04
, B23Q15/14, B23Q15/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2002年
日本国登録実用新案公報 1994-2002年
日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 11-198009 A (光洋機械工業株式会社) 1999. 07. 27, 段落番号【0008】-【0060】、第1-9図 (ファミリーなし)	1-2, 4-10, 12, 14-17
Y		13
Y	J P 11-239956 A (光洋機械工業株式会社) 1999. 09. 07, 段落番号【0036】-【0039】、第1-7図 (ファミリーなし)	13

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23. 10. 02

国際調査報告の発送日

19.11.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

筑波 茂樹

3C

3020

電話番号 03-3581-1101 内線 3324